

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-078697

(43)Date of publication of application : 20.03.1995

(51)Int.Cl.

H05H 1/24
C23C 8/36
C23C 16/50
// C23C 26/00

(21)Application number : 05-246259

(71)Applicant : NIPPON DENSHI KOGYO KK

(22)Date of filing : 07.09.1993

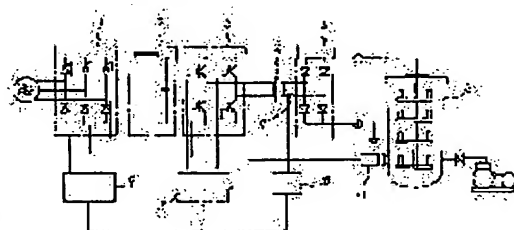
(72)Inventor : MATSUZAWA TADASHI
KUBOTA YOSHIO

(54) METHOD AND DEVICE FOR GLOW DISCHARGE PROCESSING

(57)Abstract:

PURPOSE: To establish a glow discharge processing method and provide an associate device with which the responsiveness in controlling can be enhanced.

CONSTITUTION: A DC voltage converted from commercial AC by a DC control part 1 and taken out through a smoother circuit 2 is sent to an inverter switching part 3, converted into AC (rectangular wave), and supplied to the body 6 of a processing device concerned via a booster transformer 4 and a rectification part 5. A current sensing circuit 10 reads the current sensed by a current transformer 9 installed between the booster transformer 4 and rectification part 5 and sends accordingly a control signal to a thyristor control part 7 and inverter control part 8. The temp. sensing signal obtained by a temp. sensor 11 to sense the temp. of the object to be processed in a body processing chamber is supplied to the inverter control part 8.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

23.03.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3044361

[Date of registration]

17.03.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3044361号
(P3044361)

(45) 発行日 平成12年 5 月22日 (2000. 5. 22)

(24) 登録日 平成12年 3 月17日 (2000. 3. 17)

(51) Int.Cl.⁷ 識別記号

H 0 5 H 1/24

C 2 3 C 8/36

16/50

// C 2 3 C 26/00

F I

H 0 5 H 1/24

C 2 3 C 8/36

16/50

26/00

D

請求項の数 2 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平5-246259

(22) 出願日 平成 5 年 9 月 7 日 (1993. 9. 7)

(65) 公開番号 特開平7-78697

(43) 公開日 平成 7 年 3 月20日 (1995. 3. 20)

審査請求日 平成10年 3 月23日 (1998. 3. 23)

(73) 特許権者 591055078

日本電子工業株式会社

東京都三鷹市下連雀 3 丁目27番12号

(72) 発明者 松 沢 正

東京都三鷹市下連雀 3 丁目27番12号 日

本電子工業株式会社内

(72) 発明者 久保田 喜郎

東京都国分寺市並木町 3 丁目27番25号

株式会社アイイー内

審査官 村田 尚英

(58) 調査した分野 (Int.Cl.⁷, D B 名)

H05H 1/24

C23C 8/36

C23C 16/50

(54) 【発明の名称】 グロー放電処理方法及び装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 処理室内の電極に直流電圧を供給して直流グロー放電を発生させて被処理物を処理するグロー放電処理方法において、直流電圧の供給を所定の周期で繰り返しパルス的に行うと共に、供給パルスのパルス幅を制御することにより供給電力の制御を行うことを特徴とするグロー放電処理方法。

【請求項 2】 処理室内の電極に直流電圧を供給して直流グロー放電を発生させて被処理物を処理するグロー放電処理方法において、直流電圧の供給を所定の周期でパルス的に行うためのパルス化手段と、該パルス化手段によって生成され処理室内の電極に供給されるパルスのパルス幅を制御する制御手段を設けたことを特徴とするグロー放電処理装置。

【発明の詳細な説明】

2

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、グロー放電処理装置に関し、特に、高い応答速度でグロー放電を制御できるグロー放電処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 直流グロー放電を用いてイオン窒化、プラズマ侵炭、プラズマCVD、マグネトロンスパッタ蒸着などを行うグロー放電処理装置が広く用いられている。

10

【0003】 図1は、このグロー放電処理装置の一例を示している。図において21は商用電力をサイリスタを用いて直流に変換する直流制御部で、取り出された直流電圧は処理装置本体22へ供給される。23はサイリスタの流通角を制御して直流出力電圧を制御するサイリスタ制御部、24は処理装置本体内の圧力をグロー放電及

び処理に適した圧力に維持するための真空ポンプである。25は本体処理室内の処理物の温度を検出する温度検出器で、得られた温度検出信号は前記サイリスタ制御部23へ供給される。

【0004】上記構成において、直流電圧は、処理装置本体内の処理物（陰極）と本体（陽極）の間に印加される。そして、それにより発生するグロー放電に処理物が包まれ、その結果、例えばイオン窒化、マグネトロンスパッタ蒸着などの表面処理が行われる。

【0005】この様な処理を安定に行うため、放電電流を検出し、これを設定値と比較し、差の出力に基づいて処理装置へ供給される直流電圧を制御することが行われている。イオン窒化の場合、グロー放電で発生するプラズマによって処理物の温度を昇温・保持させており、この温度を一定に維持するために、温度検出器5から得られる温度検出信号に基づいて、温度が低い場合には直流電圧を高め、高い場合には直流電圧を低めるようにサイリスタ制御部で制御を行っている。

【0006】なお、直流制御部21と処理装置本体22の間にスイッチング手段を設け、直流電圧をチョッピングし、一定周期・一定パルス幅の電圧パルスとして処理装置へ供給することも行われている。この場合も、制御は直流電圧を変化させることにより行われている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】この様な従来装置では、直流電圧を変化させるのにサイリスタの流通角を変化させており、従って、電圧制御の応答は、商用電力の1周期ないし半周期の遅れを伴うことが避けられない。この様な遅れがあるため、放電が突然異常になったりした場合、即座に電圧を制御して対応することが困難であり、そのため、安定した放電を維持することも困難であった。特に、マグネトロンスパッタ蒸着の場合には、放電の異常により例えば反応ガスが過剰になるなどして反応プロセスが崩れ、光学膜の場合は特に薄膜特性に大きな悪い影響を受けるので、制御の応答の遅れは大きな問題であった。

【0008】本発明は、上述した点に鑑みてなされたものであり、制御の応答性を高めることのできるグロー放電処理方法及び装置を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため第1の本発明は、処理室内の電極に直流電圧を供給して直流グロー放電を発生させて被処理物を処理するグロー放電処理方法において、直流電圧の供給を所定の周期で繰り返しパルス的に行うと共に、供給パルスのパルス幅を制御することにより供給電力の制御を行うことを特徴としている。

【0010】更に、第2の本発明は、処理室内の電極に直流電圧を供給して直流グロー放電を発生させて被処理物を処理するグロー放電処理方法において、直流電圧の

供給を所定の周期でパルス的に行うためのパルス化手段と、該パルス化手段によって生成され処理室内の電極に供給されるパルスのパルス幅を制御する制御手段を設けたことを特徴としている。

【0011】

【作用】本発明では、直流電圧の供給を所定の周期で繰り返しパルス的に行うと共に、供給パルスのパルス幅を制御して供給電力を制御するため、制御の応答性を高めることができる。

【0012】

【実施例】以下、図面を用いて本発明の一実施例を詳説する。図2は、本発明を実施するための装置構成の一例を示す図である。図2において、1は商用電力を直流に変換する直流制御部である。平滑回路2を介して取り出された直流電圧は、インバータスイッチング部3へ送られて、交流（矩形波）に変換され、昇圧トランス4、整流部5を介して処理装置本体6へ供給される。7はサイリスタ制御部、8はインバータ制御部である。9は昇圧トランス4と整流部5の間に設けられたカレントトランス、10はカレントトランスで検出された電流を読み取り、その値に応じて前記サイリスタ制御部7及びインバータ制御部8へ制御信号を送る電流検出回路である。11は本体処理室内の処理物の温度を検出する温度検出器で、得られた温度検出信号は、前記インバータ制御部8へ供給される。

【0013】前記直流制御部1は、サイリスタ及びダイオードで構成され、サイリスタ制御部7からの制御信号に基づいてサイリスタの導通タイミングを制御することにより、平滑回路2から得られる直流電圧 V_{dc} を0Vから300V程度まで任意に設定することができる。

【0014】インバータスイッチング部3は、高速スイッチング素子（IGBT：絶縁ゲートバイポーラトランジスタ、MOSFET、SITなど）4個又は複数個並列で4組使用したフルブリッジのインバータ方式が採用されている。インバータスイッチング部3とインバータ制御部8から構成されるインバータにより、平滑部2からの直流出力電圧は、繰り返し周波数 f が数KHz～数100KHzの図3に示すような高周波パルス波形に変換される。この時、インバータ制御部8は、温度検出器11からの温度検出信号または電流検出回路からの制御信号に基づいて、図3において破線で示すように高周波パルスのデューティの制御（例えば0%～80%の範囲で）を行う。

【0015】昇圧トランス4は、この高周波パルス電圧を所定の振幅に昇圧する。イオン窒化、プラズマ侵炭、プラズマCVD、マグネトロンスパッタなどでは、例えば800V～1000V程度に選ばれる。昇圧された高周波パルス電圧は、整流部5によって整流され、図4に示すような波形で処理装置本体6へ供給される。

【0016】上記構成において、インバータの発振周波

数 f は、例えば 15 KHz 一定とされ、 V_{dc} が 200 V 一定に維持されるようにサイリスタ制御部 7 による制御が行われる。そして、正常動作時、本体処理室 6 内の処理物の温度を検出して得られた温度検出信号に基づいて、前記インバータ制御部 8 は処理物温度が所定値より下回ったら高周波パルスのパルス幅を広げることによりデューティを上げて投入電力を上昇させ、逆に処理物温度が所定値を越えたらパルス幅を狭めることによりデューティを下げて投入電力を減少させるように制御する。そのため、処理物温度が一定に維持された状態で、処理物に対してイオン窒化、プラズマ侵炭、プラズマ CVD などの処理を行うことができる。

【0017】この様なデューティの制御は、直流電圧を変化させる場合のように商用電源の周期に依存することがないため、極めて高速に行うことができる。

【0018】反応性マグネトロンスパッタリング蒸着の場合には、処理装置本体 6 内部へ適宜な反応ガスを適宜な圧力で供給すると共に、電流検出回路 10 から得られる供給電流に対応した制御信号に基づいて、同様に高周波パルスのデューティ制御が行われる。その結果、放電の微妙な変動を打ち消すように、素早くデューティが制御され、一定の反応ガス圧のもとで反応プロセスが安定に維持される。

【0019】なお、放電を開始する際、サイリスタ制御部 7 は V_{dc} を最初 200 V よりも十分に高い電圧に設定し、処理装置本体に放電開始電圧（正常動作時の電圧よりも高い）を超えた電圧が供給されるようにし、放電が始まったら V_{dc} を 200 V に戻すようにしている。

【0020】次に、アーク放電が発生した場合について説明する。図 5 (a) はアーク放電が発生した前後の放電電流の変化を表すカレントトランスの電流検出出力を示している。期間 A の放電電流は、正規のパルス電流波形を示しており、前述のようにデューティを調節することにより放電が制御されている。図 5 (b) に示す V_{dc} も、200 V 一定に維持されている。

【0021】期間 B において、グロー放電からアーク放電に移行しており、電流が急激に増加している。前記電流検出回路 10 は、適宜なスレッシュホールドレベル I との比較に基づいて図 5 (c) に示すアーク検出信号 p を発生し、前記インバータ制御部 8 及びサイリスタ制御部 7 へ送る。インバータ制御部 8 は、アーク検出信号 p に基づいて直ちにインバータの発振を停止し、遮断期間 C（例えば数 10 μ Sec ～ 100 μ Sec）の間停止させる。IGBT 素子を使用した場合、2 ～ 5 μ Sec で停止できる。それと同時に、サイリスタ制御部 7 は、アーク検出信号 p に基づいて直流制御部 1 のサイリスタを制御し、平滑回路 2 の直流出力 V_{dc} が図 5 (b) に示すように一旦低下した後再度徐々に上昇するようにする。

【0022】インバータ制御部 8 は、遮断期間 C 終了後の復帰期間 D において、インバータの発振を同じ周波数

f で再開させるが、その際、高周波パルスのデューティを、図 5 (a) に示すように零からアーク検出される前のデューティまで徐々に増加させる。放電電流値も、図 4 (b) の V_{dc} の変化に従ってデューティと同様に徐々に上昇し、復帰期間 D の終りの時点でアーク検出される前の状態に戻る。

【0023】従来は、高周波パルスのデューティは常に一定で、復帰期間 D においてインバータの発振開始と同時にアーク検出前のデューティで高周波パルスを処理装置本体に供給していたため、再度アーク放電に移行してしまう可能性が高く、それを避けるために、遮断期間 C を 1 mSec ～ 5 mSec 程度に長く設定しなければならなかった。

【0024】その点、復帰期間 D に高周波パルスのデューティを零から徐々に高めてゆく、換言すれば、パルス幅を徐々に広げてゆくと、最初の幅の狭いパルスによりアークへの移行を避けつつ徐々に放電を開始させることになるため、アーク放電への移行が極めて有効に抑制される。そのため、遮断期間 C を例えば数 10 μ Sec ～ 100 μ Sec と従来に比べて非常に短く設定してもアークへの移行を避けた復帰が可能になった。また、復帰期間 D も併せて短縮することができ、例えば、150 μ Sec ～ 600 μ Sec 程度に短く設定してもアークへの移行が避けられることが確認された。

【0025】なお、本発明は、放電処理の制御をデューティ調節（周波数一定でのパルス幅調節）により行うことを要旨とするものであるから、上記実施例のように復帰期間 D に高周波パルスのデューティを零から徐々に高めてゆくことは必ずしも必須要件ではなく、復帰期間だけは例えば従来のようなデューティ一定で直流電圧あるいは電流のみの調節によるソフトスタートを採用しても良い。しかしながら、デューティ調節機能を復帰期間にも活用して遮断期間を短縮することが実際には好ましいのはいうまでもない。

【0026】

【発明の効果】以上詳述した様に、本発明では、放電処理の制御をデューティ調節（周波数一定でのパルス幅調節）により行うようにしたため、従来よりも制御の応答性が向上し、安定した放電を維持することが可能となった。特に、反応性マグネトロンスパッタ蒸着の場合、異常放電に対する素早い応答により反応プロセスが崩されることが防止でき、薄膜特性への悪い影響を防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】グロー放電処理装置の従来例を示す図である。

【図 2】本発明を実施するための装置構成の一例を示す図である。

【図 3】高周波パルス波形を示す図である。

【図 4】処理装置本体へ供給される高周波パルス波形を示す図である。

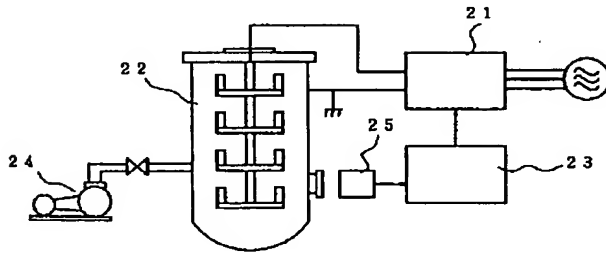
【図5】アーク放電が発生した前後の装置各部の信号波形を示す図である。

【符号の説明】

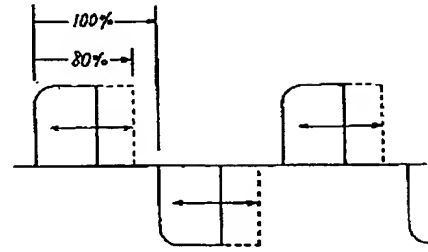
- 1 直流制御部
2 平滑回路
3 インバータスイッチング部
4 昇圧トランス

- * 5 整流部
6 処理装置本体
7 サイリスタ制御部
8 インバータ制御部
9 カレントトランス
10 電流検出回路
* 11 温度検出器

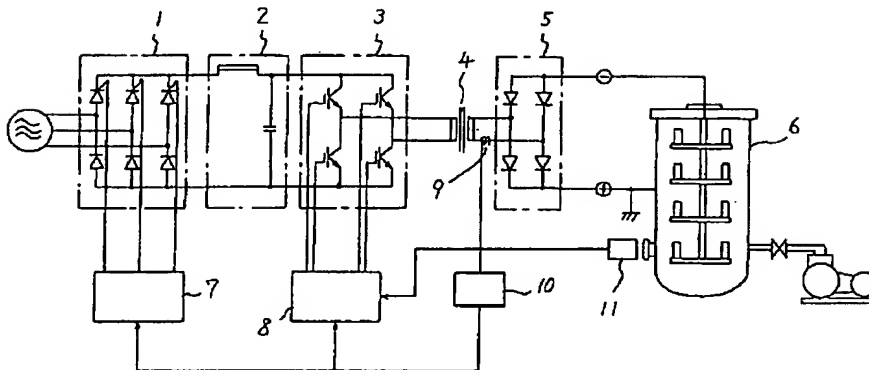
【図1】



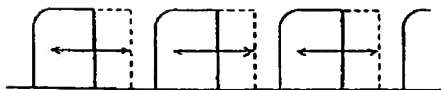
【図3】



【図2】



【図4】



【図5】

